

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-006705

(43)Date of publication of application : 10.01.1990

(51)Int.Cl.

G01B 15/00
 H01L 21/66
 // G01N 23/203
 G03F 1/08
 H01L 21/027
 H01L 21/302

(21)Application number : 63-154210

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 22.06.1988

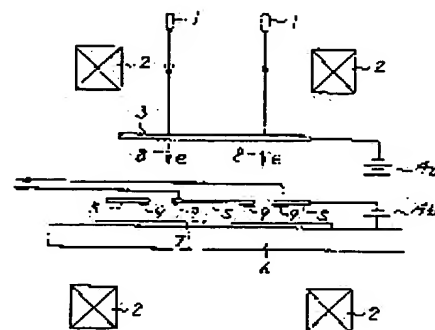
(72)Inventor : SAKAMOTO JUICHI
 YAMADA AKIO
 YASUDA HIROSHI

(54) DEVICE AND METHOD FOR INSPECTING ELECTRON BEAM

(57)Abstract:

PURPOSE: To execute a pattern inspection in a short time and stably by irradiating an electron emitting body by one or more light sources and emitting an electron and comparing and inspecting a pattern forming area by its electron.

CONSTITUTION: In parallel magnetic fields made by focusing coils 2, an electron emitting body 3 and an inspecting sample (wafer) 7 are placed vertically to the magnetic field and so as to be opposed to each other in parallel, and the potential by which the emitting body 3 and the sample 7 become negative and positive, respectively is applied to power sources 4a, 4b. Subsequently, when the surface of the emitting body 3 is irradiated by light beams from a light source 1, electrons 8 are emitted from the irradiated part as indicated with an arrow. The electrons 8 draws a spiral by an acceleration voltage and parallel magnetic fields and advances in the direction of the sample 7, and brought into focus on the sample 7. That is, since plural electron emitting parts exist on the same stage 6, a pattern inspection can be executed by only a simple comparison except a special case. Also, when the device is structured so that plural samples 7 can be loaded on the stage 6, pattern forming areas (chips) on different exposure samples can be compared and inspected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A) 平2-6705

⑤Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	⑬公開 平成2年(1990)1月10日
G 01 B 15/00	B	8304-2F	
H 01 L 21/66		7376-5F	
// G 01 N 23/203		7807-2G	
G 03 F 1/08	S	7204-2H	
H 01 L 21/027			
21/302	E	8223-5F	
		7376-5F	
		H 01 L 21/30	3 0 1 V
		審査請求 未請求 請求項の数 2	(全9頁)

⑭発明の名称 電子線検査装置及び電子線検査方法

⑯特 願 昭63-154210

⑰出 願 昭63(1988)6月22日

⑱発 明 者 坂 本 樹 一 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

⑲発 明 者 山 田 章 夫 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

⑳発 明 者 安 田 洋 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

㉑出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

㉒代 理 人 弁理士 井 桁 貞一 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

電子線検査装置及び電子線検査方法

射電子を測定することで前記複数個の試料のパターン形成領域のパターンの比較を行うことによりパターン検査を行うことを特徴とする電子線検査方法。

2. 特許請求の範囲

- (1) 電子を放出する電子放出体と、少なくとも1つ以上の該電子放出体から電子を放出させるための光源と、電子を加速するための電場印加手段と、電子を集束するための磁場印加手段と、検査試料を載せるステージと、反射電子を検出する反射電子検出器と、前記検査試料を前記ステージ上に設置後、少なくとも1つ以上の前記光源を前記電子放出体に照射することにより電子を放出させ、該電子によりパターン形成領域を比較検査する比較検査手段とを有することを特徴とする電子線検査装置。
- (2) パターン形成領域を比較検査する電子線検査方法であって、処理を行った複数個の試料のパターン形成領域に電子線を照射し、各々の反

3. 発明の詳細な説明

(目次)

概要

産業上の利用分野

従来の技術

発明が解決しようとする課題

課題を解決するための手段

作用

実施例

第1の発明の一実施例 (第1～3図)

第1の発明の他の実施例 (第4図)

第2の発明の一実施例 (第5及び第6図)

発明の効果

〔概要〕

電子線検査装置及び電子線検査方法に関し、

短時間でかつ安定にパターン検査を行うことができ、信頼性を向上させることができる電子線検査装置及び電子線検査方法を提供することを目的とし、

電子を放出する電子放出体と、少なくとも1つ以上の該電子放出体から電子を放出させるための光源と、電子を加速するための電場印加手段と、電子を集束するための磁場印加手段と、検査試料を載せるステージと、反射電子を検出する反射電子検出器と、前記検査試料を前記ステージ上に設置後、少なくとも1つ以上の前記光源を前記電子放出体に照射することにより電子を放出させ、該電子によりパターン形成領域を比較検査する比較検査手段とを有するように構成し、又はパターン形成領域を比較検査する電子線検査方法であって、処理を行った複数の試料のパターン形成領域に電子線を照射し、各々の反射電子を測定することで前記複数の試料のパターン形成領域のパター

ンの比較を行うことによりパターン検査を行う。

〔産業上の利用分野〕

本発明は、露光またはエッチングされたICパターンの検査を行う電子検査装置及び検査方法に係り、詳しくは、複数の試料のパターン形成領域（ICパターン領域）を比較することによりICパターン検査を行うことができ、特に短時間でかつ確実にパターン検査を行うことができる電子線検査装置及び電子線検査方法に関するものである。

近年、半導体装置は大集積化、高性能化が著しく行われ、あらゆる産業で使用されるようになってきており、その信頼性が厳しく問われるようになってきた。例えばリソグラフィにおいては、サブミクロンのパターンニングが実際に行われ、まもなくクォーターミクロンの時代になると予想されている。パターンルールが小さくなっている現在、高信頼性を維持しようとする、いままでになかった問題が発生してくる。その問題の1つに

3

はパターン欠陥、ゴミ等を検査する検査の問題がある。具体的には集積化に伴いパターンルールが小さくなり過ぎて、光学顕微鏡等の従来の検査方法では検査が出来なくなっているという問題である。

したがって、パターンルールの微細化に伴い問題になってきたパターン検査を信頼性を低下させることなく行える電子線検査装置及び電子線検査方法が要求されている。

〔従来の技術〕

ICパターン露光において、パターンの正確さを保証することは必須条件である（例えばレチクルのようなものはパターン保証が必ず必要である）。露光を行うマスクにおけるパターン検査では寸法が十分に制御され、パターンの正確さが保証されたマスクを使わなければならない。パターンが微細化されていくうえでどのように検査を行い、パターンの正確さの保証をどのように行うかが問題となり始めている。また、これらよりも厄

4

介な問題としてゴミによるパターン不良が挙げられる。

従来、パターンニング方法としては紫外線露光方法が主流である。この紫外線露光方法ではマスク上にベリクルと呼ばれる透明樹脂を付けておくことにより、マスク上に付いたゴミ等の“影”を試料上に結像させないようにし、また、マスクを通した光を1/5または1/10に縮小することにより、高信頼性を保証している。しかしこの紫外線露光方法では、パターンの微細化は光の波長で400Å程度が限界であることが判っている。その他の技術としては、光源にエキシマレーザを用いた露光方法や電子ビーム露光方法、X線露光方法、光電子転写露光法等が検討されているが種々の問題を残している。

具体的にはエキシマレーザ露光では、マスクは通常使用されている構造のものを使用でき、信頼性は保たれるが、やはりその微細化の限度は光の波長で0.3 μm程度である。電子ビーム露光方法では、いわばデータを試料上に並べており、マス

5

6

クを使用するのではないのでゴミが写ることはない。この点では露光した試料には信頼性があると言えるが、スループットが低い等の問題がある。

そして、X線露光方法では、マスク上に不純物が付いたとしても透過してしまうのでゴミには強いといわれているが、実際には金属のゴミ等は透過せず、その露光した試料はそのままでは信頼性があるとは言えない。光電子転写露光法についても同様である。しかもこれら2つのX線及び光電子転写露光によるステッパーでは、マスク上に1つでもゴミが付いていた場合、露光した全てのパターンに写ってしまうことになる。これらの露光の場合、信頼性を保証するためには厳しいパターン検査が必要である。ここでのパターン検査は具体的には、転写を行うマスク上のパターン検査及び露光、エッチングされた試料のパターン検査である。しかし、実際には露光パターンが非常に小さくなってきており、光顕微鏡ではもはや検査をすることができなくなっている。このため、 $0.1\ \mu\text{m}$ 程度幅のパターンを検査するのは非常に

7

否を判断しているのではないので、他の部分がどうなっているか判らず（部分的にしか判らない）信頼性に欠けるのである。具体的には、最近、露光パターンの設計データを検査装置が持っていて、そのデータと突き合わせることで検査を行う方法が提案されているが、一般的に設計データ数が限られているものの、実際のパターンレベルの露光データは膨大（数メガパターン以上）であり、また、今後も高集積化により1チップ当たりのパターン数がもっと多くなることは確実であり、製造過程で使用していくには非常に困難である。

そこで本発明は、短時間でかつ安定にパターン検査を行うことができ、信頼性を向上させることができる電子線検査装置及び電子線検査方法を提供することを目的としている。

〔課題を解決するための手段〕

第1の発明による電子線検査装置は上記目的達成のため、電子を放出する電子放出体と、少なくとも1つ以上の該電子放出体から電子を放出させ

るための光源と、電子を加速するための電場印加手段と、電子を集束するための磁場印加手段と、検査試料を載せるステージと、反射電子を検出する反射電子検出器と、前記検査試料を前記ステージ上に設置後、少なくとも1つ以上の前記光源を前記電子放出体に照射することにより電子を放出させ、該電子によりパターン形成領域を比較検査する比較検査手段とを有するものである。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、従来のパターン検査にあっては、転写を行うマスク上のパターン検査及び露光・エッチングされた試料のパターン検査は重要であり、SEMによるパターン検査は微細なところまで良くみえて非常に有効であるが、これは多くの時間がかかってしまうという問題点があった。具体的には、セット時間がかかるうえ、肉眼で見ること寸法を測り、ゴミ等がないことを1つずつ判断して検査するという手間がかかるものだった。

また、SEMを用いても露光した部分全てを検査することは困難であるので、特定用途、特定部分の検査に使用するなど検査する箇所が限られてしまうという問題点もあった。これは全体的に正

8

るための光源と、電子を加速するための電場印加手段と、電子を集束するための磁場印加手段と、検査試料を載せるステージと、反射電子を検出する反射電子検出器と、前記検査試料を前記ステージ上に設置後、少なくとも1つ以上の前記光源を前記電子放出体に照射することにより電子を放出させ、該電子によりパターン形成領域を比較検査する比較検査手段とを有するものである。

第2の発明による電子線検査方法は上記目的達成のため、パターン形成領域を比較検査する電子線検査方法であって、処理を行った複数個の試料のパターン形成領域に電子線を照射し、各々の反射電子を測定することで複数個の試料のパターン形成領域のパターンの比較を行うものである。

〔作用〕

第1の発明は、電子を放出する電子放出体と、少なくとも1つ以上の該電子放出体から電子を放出させる光源と、電子を加速するための電場印加手段と、電子を集束するための磁場印加手段と、

9

10

検査試料を載せるステージと、反射電子を検出する反射電子検出器と、前記検査試料を前記ステージ上に設置後、少なくとも1つ以上の前記光源を前記電子放出体に照射することにより電子を放出させ、該電子によりパターン形成領域を比較検査する検査手段とが設けられる。

第2の発明は処理を行った複数個の試料のパターン形成領域に電子線が照射され、各々の反射電子が測定されることで複数個の試料のパターン形成領域のパターンの比較が行われることによりパターン検査が行われる。

したがって、第1、第2の発明によれば、いままで困難といわれていたパターン寸法レベルでの検査を簡単に、かつ早く正確に行うことができるようになる。

(実施例)

以下、本発明を図面に基づいて説明する。

第1図は第1の発明に係る電子線検査装置の一実施例の構成を示す概略図、第2図は一実施例の

構成を示すブロック図である。

これらの図において、1は例えばArレーザの第2高調波の光源で、第1の発明に係る光源に該当する。2は例えばヘルムホルツコイルからなり、電子を集束するための集束コイルで、第1の発明に係る磁場印加手段に該当する。3は電子を放出する電子放出体で、第1の発明に係る電子放出体に該当する。4a、4bは電子を加速するための電源で、第1の発明に係る電場印加手段に該当する。5は電極板、6はステージで、第1の発明に係るステージに該当する。7は例えばウエハ等の検査試料で、第1の発明に係る検査試料に該当する。8は電子、9は例えばPINダイオードからなる反射電子検出器で、第1の発明に係る反射電子検出器に該当する。10a、10bは増幅器、11a、11bはADコンバータ、12は比較検査手段で、第1の発明に係る比較検査手段に該当する。13は磁気ディスク、14はCPU、15は透明な石英板からなる透明基板、16は例えばCr等からなる紫外線吸収体、17は例えばPt等からなる光電子放出材、

1 1

料で、紫外線により電子となり易い物質からなっている。

なお、ここでは電子放出体3は透明基板15、紫外線吸収体16及び光電子放出材料17から構成されている。光源1は少なくとも1つ以上の電子放出体3から電子を励起、放出させるために必要な光源として機能するものであり、電極板5は電子放出体3-検査試料7間に形成される等電位面を規定するための電極として機能するとともに、検査試料7からの反射電子を検出する反射電子検出器9を載せる台として機能するものである。比較検査手段12は検査試料7をステージ6上に設置後、少なくとも1つ以上の光源1を電子放出体3に照射することにより電子を放出させ、この電子によりパターン形成領域を比較検査する機能を有する。

次に、この電子線検査装置について第1図～第3図を用いて具体的に説明する。

この電子線検査装置は、第1図～第3図に示すように光を照射することで光電子を放出する光電子放出材料7を透明基板15に被着した電子放出体

1 3

1 2

3と、少なくとも1つ以上の電子放出体3から電子を放出させる例えばスポット状の形状をもつ光源1と、電子を加速するための電源4a、4b（電場印加手段）と、電子を集束するための集束コイル2（磁場印加手段）と、検査試料7を載せるステージ6と、反射電子を検出する反射電子検出器9と、パターン形成領域を比較検査する比較検査手段12とから構成されている。

まず、集束コイル2の作る平行磁場（同図で上下方向）の中に、この平行磁場と直角に電子放出体3と検査試料7とを配置するとともに、電子放出体3と検査試料7とを平行に向かい合わせて配置し、次いで電子放出体3が負、検査試料7が正になるような電位を電源4a、4bに印加する。そして、電子放出体3上に光源1から光を照射すると、照射されたところから電子8が矢印のように出る。電子放出体3から出た電子8は、加速電圧と平行磁場によって螺旋を描いて検査試料7の方向へ進み、検査試料7上で焦点を結ぶ。

すなわち、上記実施例では同一ステージ6上に

1 4

異なる複数の電子放出部分が存在するため、ステージ移動については精密な制御が必要でなく、磁気ディスク13によるデータ保持や、保持されたデータと比較検査する等の特別な場合を除き、単純な比較だけでパターン検査を行うことができる。

また、同一ステージ6上に複数の試料を搭載できるような構造にしておくこと、異なる露光試料上のパターン形成領域(チップ)を比較検査することができるようになる。この場合、片方には検査が終了したものを搭載し、基準のパターン形成領域として置けば上記のようなデータ一時保持機構(磁気ディスク13)がなくても素速く自動的にパターン形成領域の良否の判定を行うことができる。

次にパターン形成領域(ICパターン)を検査する電子線検査方法について具体的に説明する。なお、この電子線検査方法は上記第1の発明に係る電子線検査装置を用いることにより具体化することができる。

第5図(a)、(b)は第2の発明に係る電子線検査方法の一実施例を説明する図、第6図は一

実施例の検査試料上のパターン形成領域を示す図である。

これら図において、第1図～第4図と同一符号は同一または相当部分を示す。

次に、その検査方法について説明する。

まず、第5図(a)に示すようにステップP₂でステージに検査試料をセットし、アラメントを行う。次いで、ステップP₃に進み、電子ビームを走査して検査していくうえで必要なデータをインプットする。この時、インプットするデータは、例えばチップ寸法、検査個数、各チップの整合マークの位置、検査するチップの位置を示したマトリックス情報等である。そして、ステップP₄に進み、比較検査を行うパターン形成領域Aとパターン形成領域Bに電子ビームを照射する。この時、同期させておくことが重要である。パターン形成領域Aとパターン形成領域Bにビームを照射して反射した各々の反射電子を第1図に示すような反射電子検出器9により検出する。そして、反射電子検出器の照射位置に対する角度を適宜設定して

1 5

おくことにより、パターン形成領域Aとパターン形成領域Bが近い場合でも各々の検出強度を第2図に示すような比較検査手段12により比較することにより検出を行うことができる。パターン形成領域Aとパターン形成領域Bが同じであった場合ステップP₅に進み、検査結果は合格とする。もし、パターン形成領域Aとパターン形成領域Bが異なった場合、ステップP₆に進み、どちらか一方のみを交換してもう一度比較を行う。この場合、パターン形成領域Aとパターン形成領域Cの比較検査を行う。もし、パターン形成領域Aとパターン形成領域Cの検出強度の比較結果が同じであったらステップP₇に進み、パターン形成領域Bは不合格となる。ここでもパターン形成領域Aとパターン形成領域Cの検出強度の比較結果が異なった場合、今度はパターン形成領域Bとパターン形成領域Cで検査を行う。もし、この2つのパターン形成領域Bとパターン形成領域Cの検出強度の比較結果が同じであった場合、ステップP₈に進みパターン形成領域Aは不合格となる。ここでも

1 7

1 6

パターン形成領域Bとパターン形成領域Cの検出強度の比較の比較結果が異なった場合はステップP₉に進み、いずれか一方をかえて再度繰り返すことにより検査を行っていく。あまり異なるようであれば、その検査試料その物の信頼性は低いと判断できる。そして、検査を続ける場合も、第5図(b)に示すように、求めた合格のパターン形成領域と他のパターン形成領域を比較することにより、効果的に検査を行うことができるようになる(ステップP₁₀)。パターン形成領域Aとパターン形成領域Bが実際は不合格であったのに、同じ部分に欠陥があったため合格になってしまってもこのようにして判定したパターン形成領域と最後にもう一度比較検査をステップP₁₁で行うことにより不合格であることを検出できる。

なお、電子線検査装置としては、上述した第2図に示すようなデータ一時保持機構を備えている装置であれば好ましく、この場合、2つのパターン形成領域を比較して異なった結果の時などに保持されているデータと比較すればすぐ判定が付け

1 8

られる。しかも保持されているデータは設計データとは異なり、一度検査した結果のデータであるので膨大なデータを展開するなどの手間は無い。

また、検出された信号は一度バッファ等で受け同期させた方がよい場合がある。これは電子線の走査が完全に同期しない場合があるからである。

すなわち、第1、第2の発明に係る上記実施例によれば、検査が困難（従来、特に、X線露光用マスク、光電子転写用マスクの場合、紫外線用マスクで使用されていたようなゴミ対策がとれなかった）といわれていたパターン寸法レベルでの検査が半自動的に、かつ早く正確に行うことができ信頼性を向上させることができる。また、露光エッチングされた半導体基板のみならず、従来より使用されている紫外線用マスクや更に微細なパターンの転写に使用されるX線露光用マスク、光電子転写用マスクの検査にも使用できる。

なお、第1の発明に係る上記実施例では、集束コイル2（磁場印加手段）をヘルムホルツコイルで構成する場合について説明したが、第1の発明

はこれに限定されるものではなく、例えば永久磁石で構成する場合であってもよい。

第1の発明に係る上記実施例は、光源1をArレーザの第2高調波で構成する場合について説明したが、第2の発明はこれに限定されるものではなく、例えばキセノン—水銀ランプで構成する場合であってもよい。

第1の発明に係る上記実施例は、第3図に示すように、予めパターン化させて形成した構造の電子放出体3を用い、ビーム形状による不安定さがなくなる（これは紫外線吸収体16aのない光電子放出材料17に照射された部分のみからしか電子が放出されないからである）という好ましい態様の場合について説明したが、第1の発明はこれに限定されるものではなく、構造型を用いてもよく、具体的には第4図(a)に示すように、p型半導体層21、n型半導体層22及び金属などの物質層23から構成されるPNジャンクション構造の電子放出体であってもよく、第4図(b)に示すように、半導体層24、絶縁膜25、物質層26及び金属などの

1 9

2 0

電圧印加層27から構成されるMIS構造の電子放出体であってもよい。第4図(a)に示す電子放出体はp型半導体層21とn型半導体層22の間に電圧を印加することにより電子を放出させることができ、第4図(b)に示す電子放出体は半導体層24と電圧印加層27間に電圧を印加することにより電子を放出させることができる。また、電子放出体としては予めパターン化させないで、励起させる光源のサイズで適宜決める場合であってもよい。

第2の発明に係る上記実施例では、2つのパターン形成領域を比較検査する場合について説明したが、第2の発明はこれに限定されるものではなく、複数個のパターン形成領域のパターンの比較検査をする場合であればよく、例えば、4つのパターン形成領域を同時に比較検査する場合であってもよく、この場合、同じデータの個数が多いか少ないかで比較検査することができる。見分けが付かない場合は、良品となった一次保持されているデータと再度比較すれば確実に比較検査することができる。

2 1

〔発明の効果〕

本発明によれば、困難といわれていたパターン寸法レベルでの検査を短時間で、かつ安定に行うことができ、信頼性を向上させることができるという効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図～第3図は第1の発明に係る電子線検査装置の一実施例を説明する図であり、

第1図は第1の発明の一実施例の構成を示す概略図、

第2図は第1の発明の一実施例の構成を示すブロック図、

第3図は第1の発明の一実施例の電子線放出体の構成を示す概略図、

第4図は第1の発明の他の実施例の電子線放出体の構成を示す概略図、

第5図及び第6図は第2の発明に係る電子線検査方法の一実施例を説明する図であり、

第5図は第2の発明の一実施例の検査方法を説

2 2

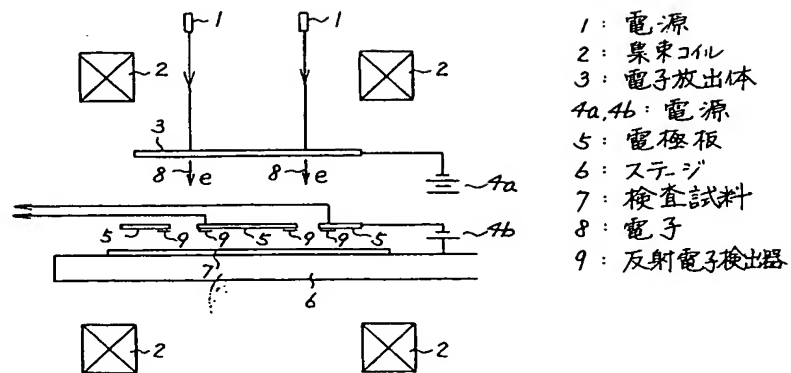
明する図、

第6図は第2の発明の一実施例の検査試料上の
パターン形成領域を示す図である。

- 1 ……光源、
- 2 ……集束コイル、
- 3 ……電子放出体、
- 4 a、4 b ……電源、
- 5 ……電極板、
- 6 ……ステージ、
- 7 ……検査試料、
- 8 ……電子、
- 9 ……反射電子検出器、
- 10 a、10 b ……増幅器、
- 11 a、11 b ……A Dコンバータ、
- 12 ……比較検査手段、
- 13 ……磁気ディスク、
- 14 ……CPU。

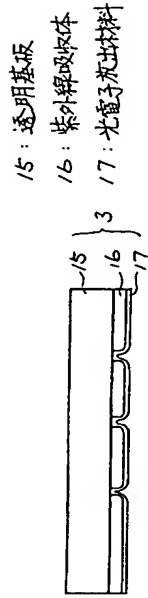
特 許 出 願 人 富 士 通 株 式 会 社

2 3



第1の発明の一実施例の構成を示す概略図

第 1 図



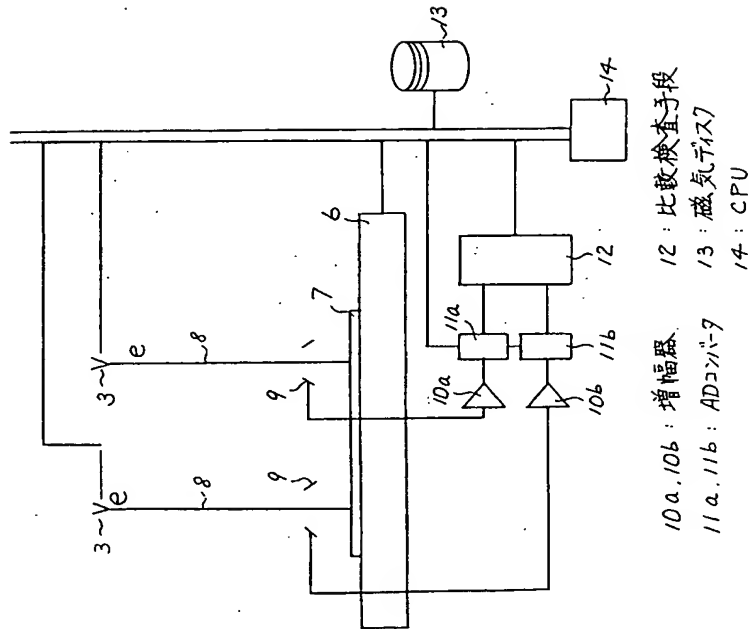
15: 透明基板

16: 紫外線吸収体

17: 光電子放出材料

第1の発明の一実施例の電子線放出体の構成を示す概略図

第 3 図



10a, 10b: 増幅器

11a, 11b: ADコンバータ

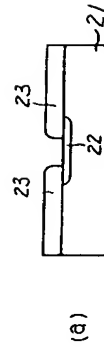
12: 比較検査手段

13: 磁気デバイス

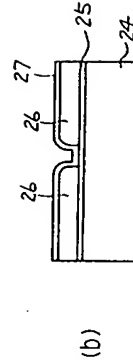
14: CPU

第1の発明の一実施例の構成を示すブロック図

第 2 図



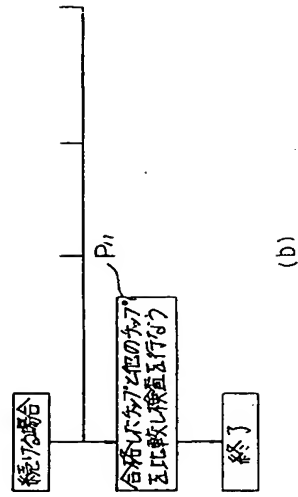
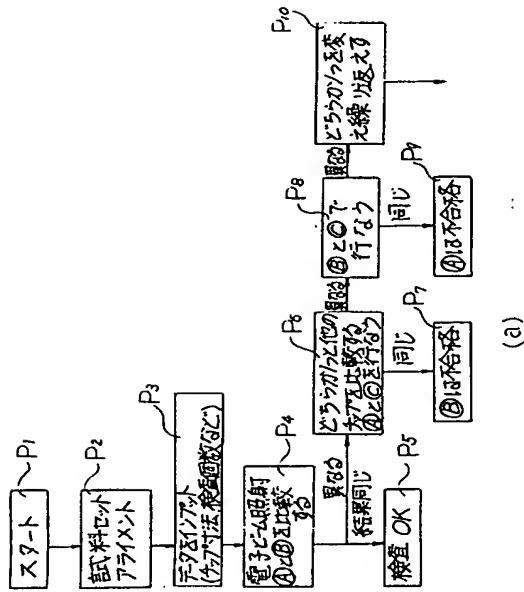
(a)



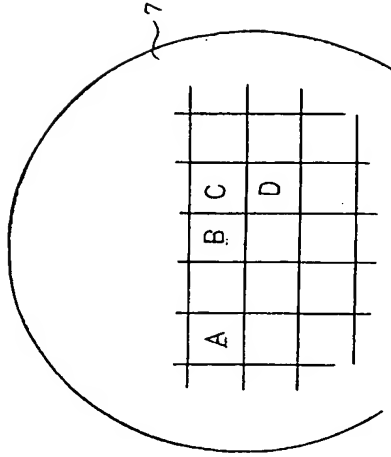
(b)

第1の発明の他の実施例の電子線放出体の構成を示す概略図

第 4 図



第 5 図



第 6 図